

Kajian Struktur Tanah Lapis Olah: II. Stabilitas agregat

Suci Handayani

Jurusan Tanah, Program Studi Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek pembasahan dan pelarutan selektif terhadap kemandapan agregat tanah lapis olah. Contoh tanah sebelum dilakukan penetapan stabilitas agregat, diperlakukan dengan pembasahan dengan air dan alkohol dan pelarutan selektif dengan pirofosfat, oksalat dan dithionit-sitrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabilitas agregat tanah dipengaruhi oleh metode pembasahan yang dilakukan. Pembasahan cepat menghasilkan stabilitas agregat yang terendah diikuti pembasahan lambat dan pembasahan alkohol. Stabilitas agregat 2 mm lebih rendah dibanding stabilitas agregat 0,3 mm untuk semua jenis tanah. Penghilangan bahan sementasi menyebabkan stabilitas agregat tanah turun drastis dan rata-rata hanya mempunyai nilai stabilitas agregat < 10%.

The objective of this research was to study the aggregate stability of top soil as affected by prewetting and selective dissolution. Soil samples were pretreatment with rapid, slow, and alcohol wetting; and pyrophosphate, oxalate, and dithionite-citrate dissolution. After treatment, soil sample was determined the aggregate stability by wet sieving methods. The results showed that aggregate stability was affected by prewetting and selective dissolution. The aggregate stability by rapid wetting is lower than aggregate stability of slow wetting and alcohol wetting. The aggregate stability was determined with sieve of > 2 mm for Vertisols, Inceptisols and Alfisols were 37.88%, 25.11% and 15.18%. By sieve > 0.3 mm, the value of aggregate stability of Vertisols, Inceptisols, and Alfisols were 83.34%, 77.78% and 68.44%, respectively. The elimination of sementing agent by dissolution method, the aggregate stability of soil less than 10%.

Keywords : *Aggregate stability, prewetting, selective dissolution, soil structure*

Pengantar

Partikel-partikel primer di dalam tanah tergabung dalam suatu kelompok yang dinamakan sebagai agregat tanah, yang merupakan satuan dasar struktur tanah (Baver *et al.*, 1972; Theng, 1987). Agregat terbentuk diawali dengan suatu mekanisme yang menyatukan partikel-partikel primer membentuk kelompok atau gugus (cluster) dan dilanjutkan dengan adanya sesuatu yang dapat mengikat menjadi lebih kuat (sementasi).

Pembentukan agregat tanah melalui proses penjonjotan yang dilanjutkan dengan agregasi dengan atau tanpa diikuti proses sementasi (Baver *et al.*, 1972; Notohadiprawiro, 1996). Di dalam suspensi, partikel-partikel primer yang mempunyai potensial elektrokinetik (zeta) tinggi akan saling tolak menolak. Ketika energi potensial turun, tumbukan antar partikel ini melemah sehingga menghasilkan antar partikel primer saling berdekatan dan terbentuklah

jonjot. Jonjot ini akan tetap stabil sepanjang kehadiran agensia flokulasi. Menurut Baver *et al.* (1972) flokulasi dapat juga terjadi sebagai hasil dari atraksi elektrostatis antara ujung muatan positif lempung yang satu dengan permukaan negatif lempung yang lain, sehingga terbentuk ukuran yang jauh lebih besar, yang akhirnya mengendap sebagai hasil gaya gravitasi atau gaya beratnya sendiri.

Agregasi merupakan peristiwa penggabungan jonjot-jonjot tanah menjadi agregat melalui gaya kohesi (tarik menarik antar jonjot) dan gaya adhesi (tegangan permukaan antara jonjot tanah dengan molekul air). Selanjutnya agregasi ini dapat diikuti oleh proses sementasi, yang merupakan peristiwa perekatan jonjot tanah atau agregat oleh suatu bahan penyemen. Baver *et al.* (1972) menyatakan bahwa pembentukan agregat yang mantap memerlukan ikatan yang lebih kuat antar partikel atau jonjot sehingga tidak mudah terdispersi kembali dalam air.

Stabilitas agregat tanah tergantung dari kekuatan pelaku penyemen dalam menghadapi gaya perusak yang berasal dari luar. Agregasi yang tinggi belum tentu menguntungkan apabila tidak diikuti dengan stabilitas agregat yang cukup (Partoyo, 1997). Koorevaar *et al.* (1987) dan Baver *et al.* (1972) menyatakan bahwa agregat yang mantap ialah agregat yang tidak terurai oleh air maupun gaya-gaya perusak mekanik. Pembentukan agregat yang mantap melibatkan berbagai bahan sementasi baik koloid organik maupun koloid anorganik (Voorhees *et al.*, 1971; Quirk 1987; Glauser *et al.*, 1988; Robenson *et al.*, 1995; Alekseeva & Alekseev, 1998). Agregat yang mantap tidak dapat terjadi pada fraksi pasir atau debu

tanpa adanya bahan-bahan koloidal (Baver *et al.*, 1972).

Stabilitas agregat dalam air (water-stable aggregate, SA) dinyatakan dalam persen berat ditetapkan dengan satu mata ayakan (single nest method) tertentu. Stabilitas agregat ditakrifkan sebagai jumlah agregat yang masih tertinggal di atas ukuran ayakan tertentu dikurangi dengan persen pasir berukuran di atas ukuran ayakan tersebut. Metode baku (internasional) menggunakan ayakan 0,25 mm (atau 0,3mm) yang oleh Kemper (1965) diformulasikan sebagai berikut:

$$SA = \frac{W_a - W_s}{W_t - W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana W_a = berat agregat di atas ayakan 0,25mm; W_s = berat pasir pada W_a dan W_t = berat total sampel agregat.

Amezketta *et al.* (1996) memodifikasi metode Kemper (1965) dengan menggunakan satu set seperangkat ayakan dan mengusulkan parameter stabilitas agregat baru yang dikenal dengan Relative Slaking Index (RSI) dan Stability Index (SI) dengan formula sebagai berikut:

$$RSI = \frac{MWD_s - MWD_f}{MWD_s} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

$$SI = \frac{MWD_f}{MWD_s} \times 100\%$$

$$\text{atau } SI = 100\% - RSI \dots\dots\dots(5)$$

dimana: MWD_f = Mean Weight-diameter pembasahan cepat; MWD_s = Mean Weight-diameter pembasahan lambat dengan vakum.

De Leenheer & De Boodt *cit.* Soekodarmodjo *et al.* (1984) menilai stabilitas agregat dengan melihat perubahan MWD dalam pengayakan kering dan pengayakan basah, yang

Caron *et al.*, 1992). Walaupun demikian agregat tanah yang terbentuk dari proses pengeringan mudah terdispersi kembali. Hasil penelitian Caron *et al.* (1992) menunjukkan bahwa persentase agregasi pada lahan yang ditanami jagung terus-menerus (selama 20 tahun) lebih rendah dari lahan ditanami 3 tahun bromegrass (sejenis rumput). Dari gambar 1(A) terlihat bahwa strukturisasi Vertisol paling tinggi diikuti Inceptisol dan Alfisol. Hal ini diduga berkaitan dengan jenis mineral lempung yang dominan. Rendahnya strukturisasi Alfisol berkaitan dengan rendahnya kandungan senyawa Fe oksida dan Fe organik di dalam tanah.

Stabilitas agregat mantap air agregat di atas 2,0 mm (SA20B), agregat di atas 0,3 mm (SA03B) dan indeks stabilitas agregat (ISA) rata-rata (dan kisaran) berturut-turut untuk Alfisol 15.18% (2.47-23.80%), 68.44% (58.10-77.40%) dan 29.41% (24.05-31.87%); untuk Vertisol 37.88% (36.06-39.84%), 83.34% (81.87-84.56%) dan 30.03% (28.93-31.14%); sedang untuk Inceptisol 25.11% (11.18-41.78%), 77.78% (71.15-84.72%) dan 30.98% (25.20-35.86%). Berdasarkan harkat Soekodarmodjo *et al.* (1984) maka tanah-tanah ini memiliki indeks stabilitas agregat (ISA) yang tergolong tidak mantap (< 40%).

Di pihak lain dengan metode Kemper (1965) diperoleh hasil yang cukup tinggi yaitu stabilitas agregat tanah (SA03B) untuk Alfisol tergolong mantap, Vertisol tergolong sangat mantap dan Inceptisol tergolong mantap. Menurut Sri Hastuti (komunikasi pribadi) metode De Boodt (*cit.* Soekodarmodjo *et al.*, 1984), ISA hanya cocok untuk penilaian erosi tanah. Amezketa *et al.* (1996) juga menemukan hal yang sama bahwa stabilitas agregat mantap air (SA03B) tidak menunjukkan adanya korelasi

yang nyata terhadap komponen erosi tanah (seperti erosi percik, laju aliran permukaan, laju infiltrasi, dan erosi total). Kondisi ini dapat difahami bahwa dilihat dari selisih nilai yang begitu besar antara stabilitas agregat di atas 2 mm (SA20B) dengan stabilitas agregat di atas 0,3 mm (SA03B) yang mendekati 50%, menunjukkan bahwa agregat yang terbentuk didominasi oleh agregat-agregat yang berukuran kurang dari 2 mm, dan agregat ini bila terlepas mudah terangkut oleh aliran air permukaan.

Bahan sementasi baik berupa senyawa organik maupun oksida Fe-Al kristalin maupun amorf berperan besar terhadap peningkatan stabilitas agregat. Hasil pelarutan selektif menunjukkan bahwa stabilitas agregat turun dengan drastis apabila bahan sementasi agregat dihilangkan, terlihat dari nilai SA_{piro}, SA_{Ox}, dan SA_{Dit}. Nilai stabilitas agregat pirofosfat, oksalat dan ditionitrat mempunyai rata-rata (dan kisaran) untuk Alfisol berturut-turut 5.62% (1.80-12.71%), 10.15% (2.21-18.02%) dan 4.63% (2.53-8.60%); untuk Vertisol 21.41% (13.60-29.58%), 7.34% (4.08-13.83%) dan 10.24% (6.64-16.31%); sedang untuk Inceptisol berturut-turut 7.10% (3.31-13.98%), 13.08% (4.70-20.95%) dan 8.44% (4.63-17.37%). Hasil ini menunjukkan bahwa bahan organik tanah, senyawa Fe-Al amorf dan Fe-Al oksida merupakan bahan sementasi utama agregat tanah. Peranan bahan organik tanah dalam peningkatan stabilitas agregat banyak dilaporkan oleh para ahli baik dari daerah arid sampai daerah tropis (Voorhees *et al.*, 1971; Suarez *et al.*, 1984; Goldberg *et al.*, 1988; Lehrch *et al.*, 1991; Diné *et al.*, 1991; Robinson *et al.*, 1995; Partoyo, 1997). Alekseeva & Alekseev (1998) melaporkan bahwa stabilitas agregat pada tanah-tanah feralitik di China

dipengaruhi oleh Fe dan Al oksida, mineral lempung dan rasio $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Fe^{3+})$. Lebih lanjut dikatakan bahwa jenis mineral lempung sangat berperan dalam proses agregasi, dan dilaporkan bahwa tanah feralitik di China mempunyai stabilitas agregat yang rendah. Theng (1987) menyarikan bahwa stabilitas agregat makro ($> 250 \mu m$) ditentukan oleh keberadaan senyawa-senyawa oksida Fe-Al, kalsium silikat dan bahan organik (bahan-bahan humat). Menurut Oades (1987) dinyatakan bahwa Oksida-oksida Al dan Fe dan senyawa-senyawa organik serta kompleks logam-organik berperan besar sebagai bahan sementasi agregat berukuran $< 250 \mu$. Dengan demikian hasil di atas memperkuat pernyataan Oades tersebut. Dengan hilangnya bahan-bahan sementasi dalam proses agregasi menyebabkan agregat akan hancur menjadi partikel-partikel penyusunnya.

Nilai stabilitas agregat tanah sebagai hasil proses pembasahan awal menunjukkan bahwa pembasahan cepat (SAcpt) menghasilkan nilai stabilitas agregat yang terendah disusul pembasahan lambat (SAlmb) dan pembasahan alkohol (SAalk). Nilai stabilitas agregat dari ketiga proses pembasahan rata-rata (dan kisaran) untuk Alfisol berturut-turut 53.16% (44.80-67.65%), 78.37% (69.74-84.26%) dan 81.72% (76.84-88.51%); untuk Vertisol 63.31% (57.29-69.26%), 73.48% (72.68-74.12%) dan 77.71% (76.26-79.76%); dan untuk Inceptisol 64.55% (48.87-76.14%), 81.18% (76.75-83.43%) dan 84.26% (76.11-90.47%).

Nilai indeks pelumpuran nisbi (RSI) rata-rata untuk Alfisol 56.40%, Vertisol 33.65% dan Inceptisol 48.72%. Dari data terlihat bahwa stabilitas tanah meningkat ditunjukkan dengan semakin kecil nilai RSI. Tanah dengan

indeks pelumpuran tinggi mempunyai stabilitas agregat yang rendah. Amezketa *et al.* (1996) mengatakan bahwa perbedaan stabilitas ini berkaitan dengan sifat-sifat tanah seperti kandungan bahan organik, bahan humat dan Fe-Al oksalat dan dithionit, serta nilai ESP. Perbandingan nilai stabilitas dari ketiga perlakuan menunjukkan mekanisme penurunan stabilitas tanah dan penurunan gaya ikat antar partikel. Pada pembasahan lambat dan atau alkohol tanah tidak terjadi pelumpuran, sedang pada pembasahan cepat menunjukkan bahwa tanah mengalami proses pelumpuran. Perbedaan nilai antara SAalk dan SAlmb dengan SAcpt dari masing-masing tanah mencerminkan besarnya penurunan stabilitas tanah yang disebabkan oleh pelumpuran (slaking) dan ditunjukkan dengan semakin tingginya nilai RSI (Amezketa *et al.*, 1996).

Penggunaan ukuran contoh agregat yang berbeda yaitu agregat ukuran 8.0-4.75 mm (SA64al) dengan agregat 2.0-1.0 mm (SAalk) pada perlakuan pembasahan dengan alkohol memberikan nilai stabilitas agregat yang hampir sama kecuali pada Vertisol. Namun, pada pembasahan cepat (SA64ls dan SAcpt) didapatkan nilai stabilitas agregat yang berbeda cukup mencolok untuk semua jenis tanah, yang dengan menggunakan klasifikasi Soekodarmodjo *et al.* (1984) kelas stabilitas agregat berubah satu tingkat untuk Alfisol dari mantap ke agak mantap; untuk Vertisol dari sangat mantap ke mantap, sedang untuk Inceptisol tidak berubah kelas. Kemper dan Chepil (1965) menjelaskan bahwa penggunaan agregat berukuran besar dalam analisis stabilitas agregat akan menyebabkan timbulnya persoalan penyumbatan mata ayakan, sehingga

agregat yang seharusnya lolos akan tertahan, dan ini menimbulkan kesalahan dalam perhitungan dan interpretasi hasil.

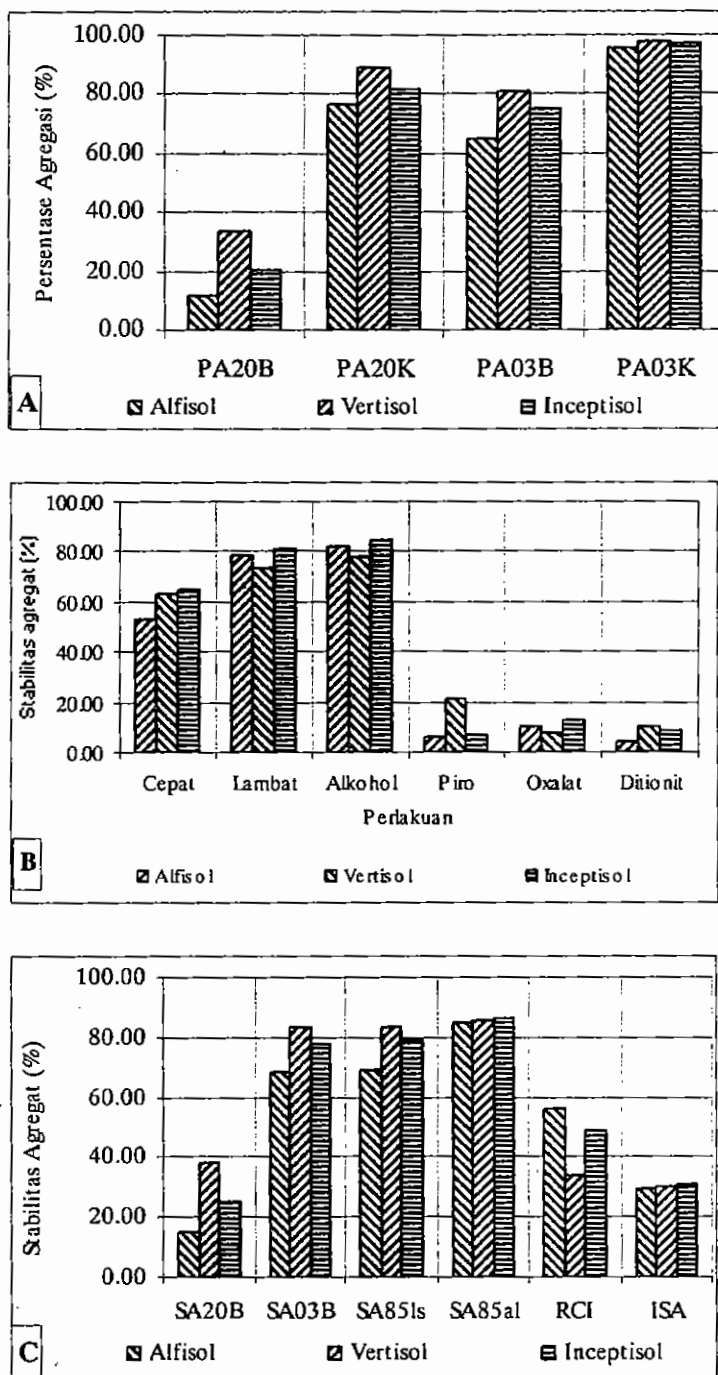
Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr.Ir. Sri Hastuti Soeparnowo, M.Sc. (Almh.) dan Dr.Ir. Bambang Hendro S., SU. atas saran dan kritik selama penelitian ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Alekseeva, T. & A. Alekseev. 1998. Factors affecting aggregate stability of ferrallitic and fersiallitic soils of China. Poster presentation on the 16th World Congress of Soil Science. Montpellier, France, Aug 20-26, 1998. 7p.
- Amezketta, E., M.J. Singer & Y. Le Bissonnais. 1996. Testing a new procedure for measuring water-stable aggregation. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 60:888-894.
- Baver, L.D., W.H. Gardner & W.R. Gardner. 1972. *Soil Physics*. 4th ed. Wiley Eastern Limited, New Delhi, India. Xx+498p.
- Caron, J., B.D. Kay & J.A. Stone. 1992. Improvement of Structural Stability of a Clay Loam With Drying. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 56:1583-1590.
- Dinel, H., M. Levesque & G.R. Mehuys. 1991. Effect of Long-chain Aliphatic Compounds on the Aggregate Stability of Lacustrine Silty Clay. *Soil Sci.* 151: 228-239.
- Glauser, R., H.E. Doner & E.A. Paul. 1988. Soil Aggregate Stability as a Function of Particle Size Sludge-treated Soils. *Soil Sci.* 146:37-43.
- Goldberg, S., D.L. Suarez & R.A. Glaubig. 1988. Factors affecting clay dispersion and aggregate stability of arid-zone soils. *Soil Sci.* 146 (5) : 317-325.
- Kemper, W.D. & W.S. Chepil. 1965. Size Distribution of Aggregate. *Dalam*. Black, C.A. (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*. American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin. Pp: 499-510.
- Kemper, W.D. 1965. Aggregate Stability. *Dalam*. Black, C.A. (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling*. American Society of Agronomy, Inc. Publisher. Madison, Wisconsin. Pp: 511-519.
- Koorevaar, P., G. Menelikh & C. Dirksen. 1987. *Anasir Fisika Tanah*. Terjemahan B.D. Kertonegoro dan S. Soekodarmojo. Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, UGM. Yogyakarta. xvi+303 h.
- Lehrsch, G.A., R.E. Sojka, D.L. Carter & P.M. Jolley. 1991. Freezing Effects on Aggregate Stability Affected by Texture, Mineralogy, and Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 55:1401-1406.
- Notohadiprawiro, T. 1996. *Tanah dan Lingkungan*. Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi. Depdiknas. Jakarta. 194h.
- Oades, J.M. 1987. Aggregation in soil. *Dalam*. Rengasamy, P. (ed.). *Soil Structure and Aggregate Stability*. Conference Proceeding No. 12. April, 1987. Australia. Pp: 74-101.

- Partoyo. 1997. *Komponen Bahan Organik Tanah Yang Berperan Pada Perbaikan Struktur Tanah Regosol*. Tesis S-2 Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 91h.
- Quirk, J.P. 1987. The physical and chemical basis for the management of soil structure of Red Brown Earth soil. *Dalam*. Rengasamy, P. (ed.). *Soil Structure and Aggregate Stability*. Conference Proceeding No. 12. April, 1987. Australia. Pp: 2-31.
- Roberson, E.B., S. Sarig, C. Shennan & M.K. Firestone. 1995. Nutritional Management of Microbial Polysaccharide Production and Aggregation in an Agricultural Soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 59:1587-1594.
- Soekodarmodjo, S., B.D. Kertonegoro, S.H. Suparnowo & S. Notohadisuwarno. 1984. *Panduan Analisis Fisika Tanah*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta. 76h.
- Suarez, D.L., J.D. Rhoades, R. Lavado & C.M. Grieve. 1984. Effect of pH on saturated hydraulic conductivity and soil dispersion. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 48: 50-55.
- Theng, B.K.G. 1987. Clay-humic Interaction and Soil Aggregate Stability. *Dalam*. Rengasamy, P. (ed.). *Soil Structure and Aggregate Stability*. Conference Proceeding No. 12. April, 1987. Australia. Pp: 2-31.
- Voorhees, W.B., M. Amemiya, R.R. Allmaras & W.E. Larson. 1971. Some Effect of Aggregate Structure Heterogeneity on Root Growth. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35:638-643.



Gambar 1. Persentase Agregasi (%) dan Stabilitas Agregat

Tabel 1. Persentase Agregasi dan Stabilitas Agregat Tanah (%)

Tinjun	Lokasi	PA20B	PA03B	PA20K	PA03K	SA20B	SA03B	ISA	SA Piro	SA Ox	SA Dlt	SAmb	SAalk	SA64ls	SA64al	RSI	MWD _{ls}	MWD _{ul}	SI
Alfisol	Pr1	12.01	54.95	71.01	94.56	16.74	58.10	31.43	3.29	5.35	2.74	84.26	82.91	62.54	81.41	56.86	0.965	2.24	43.14
	Pr4	15.71	67.17	73.97	95.07	21.20	70.64	31.87	3.46	17.83	6.46	82.37	88.51	76.04	85.87	30.21	2.391	3.43	69.79
	Ng3	5.94	61.71	72.85	93.99	8.80	65.92	30.83	1.80	2.21	2.53	69.74	77.90	61.35	79.38	54.74	0.815	1.80	45.26
	Ng4	18.65	74.37	78.95	96.15	23.80	77.40	31.08	9.72	18.02	4.80	83.64	84.81	73.39	87.25	56.19	1.752	4.00	43.81
	Ng5	14.90	73.67	83.34	96.52	18.06	76.32	27.21	12.71	10.72	8.60	74.21	76.84	79.02	88.27	62.92	1.886	5.09	37.08
Vertisol	Sm4	1.92	59.74	79.06	95.96	2.47	62.29	24.05	2.73	6.74	2.63	76.01	79.32	61.69	85.46	77.48	0.631	2.80	22.52
	Rerata	11.52	65.27	76.53	95.37	15.18	68.44	29.41	5.62	10.15	4.63	78.37	81.72	69.00	84.60	56.40	1.41	3.23	43.60
Inceptisol	Pr3	34.61	80.95	86.84	95.78	39.84	84.56	31.14	21.06	4.08	6.64	73.64	76.26	83.42	84.71	18.09	3.484	4.25	81.91
	Sm1	32.41	80.23	89.26	98.00	36.06	81.87	28.93	13.60	4.11	7.78	74.12	77.10	83.12	85.50	46.70	2.455	4.61	53.30
	Sm3	33.72	82.67	90.59	98.92	37.75	83.58	30.03	29.58	13.83	16.31	72.68	79.76	83.76	86.84	36.17	2.428	3.80	63.83
Inceptisol	Rerata	33.58	81.28	88.89	97.56	37.88	83.34	30.03	21.41	7.34	10.24	73.48	77.71	83.43	85.68	33.65	2.79	4.22	66.35
	Pr2	9.33	71.87	83.13	97.00	11.18	74.08	25.20	6.99	4.70	48.87	76.75	76.11	76.00	85.86	62.47	1.243	3.31	37.53
	Ng1	28.19	79.17	88.35	97.56	32.84	81.16	32.05	3.31	10.94	70.77	82.30	87.17	80.88	85.15	65.06	1.808	5.17	34.94
	Ng2	10.53	67.48	71.76	94.87	14.65	71.15	30.80	4.12	20.95	62.40	83.43	90.47	76.00	89.50	55.36	1.720	3.85	44.64
Vertisol	Sm2	34.83	82.57	84.62	97.47	41.78	84.72	35.86	13.98	15.73	76.14	82.22	83.27	83.94	86.03	11.97	3.650	4.15	88.03
	Rerata	20.72	75.27	81.96	96.72	25.11	77.78	30.98	7.10	13.08	8.44	81.18	84.26	79.20	86.63	48.72	2.11	4.12	51.28

Keterangan :

Pr 1.4 = Pancarejo 1.4

Sm 1.4 = Senanu 1.4

Ng 1.5 = Ngeposari 1.5

PA20B/K = persentase agregasi di atas 2 mm ayakan basah / kering

PA03B/K = persentase agregasi di atas 0,3 mm ayakan basah / kering

SA20B/K = stabilitas agregat tanah di atas 2 mm ayakan basah / kering

SA03B/K = stabilitas agregat tanah di atas 0,3 mm ayakan basah / kering

ISA

= indeks stabilitas agregat metode Soekodarmodjo *et al.* (1984)

SA piro/ox/dit = stabilitas agregat tanah perlakuan pelarutan pirofosfat/oxalat/ditionit-sitrat

SA cpt/lmb/alk = stabilitas agregat tanah perlakuan pembasahan cepat/lambat/alkohol

SA64 ls/al = stabilitas agregat tanah perlakuan pembasahan cepat/alkohol dari agregat awal diameter 6,4 mm

MWD ls/al = rerata berat diameter agregat perlakuan pembasahan cepat/alkohol

SI = indeks stabilitas metode Ametzeta *et al.* (1996)